

GDK: 524.6:615(045)=163.6

Prispelo / Received: 24. 04. 2012

Sprejeto / Accepted: 09. 05. 2012

Izvirni znanstveni članek

Original scientific paper

**OCENJEVANJE GOZDNATOSTI V ZASNOVI GOZDNE INVENTURE NA SLOVENSKEM**David HLADNIK<sup>1</sup>, Laura ŽIŽEK KULOVEC<sup>2</sup>**Izvleček**

Na Slovenskem pridobivamo podatke o površini gozdov v sklopu gozdnogospodarskega načrtovanja in evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. V prispevku so prikazane razlike v metodologiji ocenjevanja gozdnatosti in površinske strukture gozdov. Po konceptu nacionalnih gozdnih inventur je predlagana nadgraditev dosedanje zasnove gozdnih inventur, ki so bile v zadnjem desetletju podrejene gozdnogospodarskim območjem in razlikam v gospodarskem pomenu gozdov. Na podlagi sistematične kilometrske vzorčne mreže točk smo na ortofoto posnetkih ocenili, da je bila med letoma 2006 in 2011 gozdnatost na Slovenskem  $61,1 \pm 0,7\%$ . Prikazane so omejitve pri uporabi ortofoto posnetkov in statistični zasnovi ocenjevanja po skupinah gozdnih rastišč na državni ravni.

Ključne besede: ocenjevanje gozdnatosti, gozdna inventura, vzorčna mreža, ortofoto, Slovenija

**FOREST AREA ASSESSMENT IN THE SLOVENIAN FOREST INVENTORY DESIGN****Abstract**

In Slovenia, data on forest area are obtained within the framework of forest management planning and data of the actual agriculture and forest land use. The article shows the differences in the assessment methodology of forest cover and spatial structure of forests. In accordance with the concept of national forest inventories, the article suggests upgrading of the existing concept of forest inventories which, in the last decade, have been subordinate to forest management areas and differences in the economic role of forests. Based on a systematic sampling design with plots at the intersections of a 1 km grid, we deduced from orthophoto images that between 2006 and 2011 the forest cover in Slovenia was  $61.1 \pm 0.7\%$ . The article shows restrictions of orthophoto images usage and statistic concept of assessment, where the assessment subjects are groups of forest site types at the national level.

Key words: forest area assessment, forest inventory, sampling design, orthophoto, Slovenia

**UVOD****INTRODUCTION**

V zadnjem poročilu UN FAO o globalni oceni gozdnih virov (*Global Forest Resources Assessment*, 2010) so ocenili, da je ohranjanje obsega gozdnih virov prvi ukrep trajnostnega gospodarjenja z gozdom. Monitoring obsežnosti in značilnosti gozdnih virov **opravljamo z namenom, da bi poznali, razumeli in zmanjšali nenadzorovane krčitve gozdov, obnovili degradirane gozdnate krajine, ocenili pomen gozdov, drugih gozdnih zemljišč in dreves zunaj gozda kot ponora ogljika ter določili druge vloge in storitve gozdov** (GFRA, 2010). V omenjenem poročilu o globalni oceni gozdnih virov nas opozarjajo na velike izgube gozdnih površin zaradi krčitve tropskih gozdov za kmetijsko rabo zemljišč. Okrog 13 milijonov hektarov letno je bilo izkrčenih in izgubljenih zaradi naravnih nesreč v zadnjem desetletju. V desetletju pred tem je bilo letno izgubljenih še več gozdnih zemljišč – 16 milijonov ha letno. Pogozdovanje in zaraščanje gozdov na opuščenih

kmetijskih in drugih zemljiščih v nekaterih državah in regijah je prispevalo k manjši neto izgubi gozdnih površin (-5,2 mio ha v zadnjem desetletju in -8,3 mio ha v desetletju pred tem). Med letoma 2000 in 2010 so pogozdili okrog 5 mio ha na leto, največ na Kitajskem (GFRA, 2010). Take ocene o spreminjanju površin gozdov so vplivale tudi na mednarodne resolucije in zaveze držav o trajnostnem gospodarjenju z gozdovi, ohranjanju biotske raznovrstnosti in pomenu gozdov v varstvu naravnega okolja. V globalnem poročilu o stanju gozdov so opozorili, da smo podatkom in ocenam o gozdnatosti doslej na globalni ravni pripisovali previsok pomen, posebej v javnih debatah in razpravah. Površina gozdov naj bi pomenila prvo zaznavo o relativni pomembnosti gozdov v državi ali regiji. Pomembneje je poznati, kakšne vrste gozdov imamo, kakšna je njihova vitalnost in zdravje, kakšne učinke lahko pričakujemo od gozdov in kako dobro gospodarimo z njimi.

Podobno pomen podatkov o gozdnatosti precenjujejo tudi na Slovenskem, kjer državljanom verjetno ni razumljivo, kaj naj si obetamo od dejstva, da smo z dobrim milijonom hek-

<sup>1</sup> Doc. dr. D. H., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, david.hladnik@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> L. Ž. K., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, laura.zizek@gozdis.si

tarov gozda tretja država v Evropi glede na ocenjeno gozdnatost. V tem prispevku nismo iskali morebitnih kazalcev o primerjalnih prednostih, ki nam jih ponuja višja gozdnatost od sosednje Avstrije ali celo Švice, s katerima se pogosto primerjamo po dosežkih v gozdarstvu in vsaj še v ekonomiji. Opozoriti želimo na razlike v metodologiji ocenjevanja gozdnatosti in površinske strukture gozdov na Slovenskem in predlagati zasnovo, ki bo dopolnila ali nadomestila dosedanji način podajanja ocen o površinskih razsežnostih gozdov.

Na problem ocenjevanja gozdnatosti in njenih sprememb so s podrobnim raziskovanjem arhivskih virov opozorili že pred 35 leti, ko so analizirali razvoj gozdnega in lesnega gospodarstva Slovenije v stoletnem obdobju 1875–1975, posebej pa je bil ocenjen tudi delež gozdov v slovenskem prostoru (Žumer, 1976). Ocenjevali so ga na podlagi podatkov za 2638 katastrskih občin, ki so jih identificirali v obeh obdobjih. Težko je bilo sklepati o površini gozdov na začetku raziskovalnega obdobja, kajti ob 748.607 ha gozdov (36,9 % današnje površine Slovenije) so v arhivskih podatkih o katastrskih občinah ocenili še 150.018 ha pašnih površin s podrejenim pridelovanjem lesa (7,4 %) in 47.989 ha neproduktivnega, vendar za gozd sposobnega sveta (2,4 %). Zadnji skupini površin je Žumer (1976) poimenoval kot prehodne površine in te so v času njegovega raziskovanja sestavljale kar 21 % tedanje površine slovenskih gozdov. V arhivskih virih se je delež prehodnih površin zmanjšal za 3 % že do leta 1880, ker so močno porasle pašnike premeščali v kategorijo gozdov, največ na tolimskem in kraškem območju. Na celjskem in nazarskem območju pa takih prehodnih območij sprva sploh niso prikazali.

Da je težko določiti prvobitnost gozdnih površin na Slovenskem in sklepati o procesih zaraščanja z gozdom, so opozorili tudi v Pregledu gospodarske in družbene zgodovine Slovencev (Valenčič, 1970). Sredi 19. stoletja je bilo po katastrskih podatkih veliko travniških in pašnih površin delno poraščenih z gozdnim drevjem. Na Kočevskem so taka zemljišča obsegala 31 % celotne površine, v Beli krajini 19 %, v novomeškem okraju 11 %, v postojnskem, goriškem in sežanskem pa okrog 10 %. Na podlagi katastrskih podatkov ni bilo mogoče pridobiti zanesljive ocene o površini gozdov niti v času Žumrovega poročila (1976), kajti v tedanjih območnih gozdnogospodarskih načrtih so že bili upoštevani 4 % površine gozdov, ki jih v katastru še niso zajeli.

Lahko bi pričakovali, da na podlagi sodobnih tehnologij za zbiranje prostorskih podatkov vsaj v zadnjih desetletjih zanesljivo spremljamo spreminjanje gozdnatosti tako pri nas

kot na ravni Evropske unije. Izkušnje in priporočila iz nedavno zaključenega mednarodnega projekta za harmonizacijo gozdnih inventur (Tomppo in sod., 2010) kažejo na velike razlike v metodologijah za ocenjevanje površinskih razsežnostih gozdov med državami v Evropski uniji in tudi drugih državah, ki so sodelovale v omenjenem projektu COST EU. Površine in površinske spremembe gozdov se ocenjuje na podlagi treh pristopov (Lawrence in sod., 2010):

- z ocenjevanjem na terenskih vzorčnih ploskvah,
- z interpretacijo vzorčnih ploskev ali s sistematično mrežo vzorčnih točk na letalskih posnetkih,
- z zbiranjem podatkov na kartah rabe prostora in gozdarskih kartah.

Večina med 30 državami, ki so sodelovale v mednarodnem projektu za harmonizacijo gozdnih inventur, ocenjuje površinske razsežnosti na podlagi terenskih vzorčnih ploskev in fotointerpretacije letalskih posnetkov. Le v šestih državah podatke zbirajo na podlagi kart rabe prostora: na Češkem, Nizozemskem, v Veliki Britaniji, Južni Koreji, Španiji in Sloveniji. Toda tudi v teh državah morajo pogosto posebej vzorčno ocenjevati tiste površine gozdov, kjer je zastornost drevesnih krošenj blizu spodnje meje, ko redko poraslo zemljišče še uvrščamo med gozdove. Ta ločnica ni enotna, kajti najpogostejše med gozdna zemljišča uvrščajo površine z 10-odstotno zastornostjo krošenj (12 držav), 20-odstotno zastornostjo (8 držav), s 25-odstotno ali 30-odstotno zastornostjo (6 držav), v Nemčiji in na Madžarskem s 50-odstotno. Velike razlike so tudi v velikosti najmanjših površin, ki jih uvrščajo med gozdna zemljišča (od 5 arov v Avstriji do največ 0,5 ha v enajstih državah), in širini gozdne zaplate, ki najpogostejše ne sme biti ožja od 10 ali 20 m. Večina držav je sprejela tisti del definicije (GRFA, 2005), ki v gozdove uvršča površine z drevesi, višjimi od 5 m.

Zgornje razlike kažejo, da ni preprosto primerjati posameznih držav niti znotraj Evropske unije, presojanje na podlagi zastornosti drevesnih krošenj in določil o najmanjši velikosti gozdnih zemljišč pa je na podlagi kart o rabi prostora težko izpeljati. To najboljše **ponazarjajo poročilo Zavoda za gozdove Slovenije** (2011) in navodila za Preverjanje evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Boštjančič Čuš in Rotter, 2010), v katerih so jasno pokazane negotovosti o površini gozdnih zemljišč na Slovenskem v zadnjih letih. Po podatkih o rabi zemljišč se je površina gozdov leta 2010 zmanjšala za 2.105 ha, v letu 2009 pa za 7.804 ha, čeprav je bilo leta 2010 izkrčenih 723 ha gozdov, leto pred tem pa 675

ha (Poročilo ..., 2011). Sklepamo lahko, da se je površina gozdov zmanjšala zlasti zaradi natančnejšega razmejevanja gozdnih zemljišč v Evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, saj je nepristranskost in zanesljivost ocenjene površine gozdov odvisna le od kakovosti kart (Lawrence in sod., 2010). Na podlagi v letu 2010 izdelanih gozdnogospodarskih načrtov gospodarskih enot se je prvič doslej zmanjšala površina slovenskih gozdov za 935 ha tudi po evidenci Zavoda za gozdove Slovenije (2011). Ti načrti podajajo razmere v času zadnjega desetletja, tako da zanesljive ocene o površini gozdov oziroma ocene z znano zanesljivostjo v tem času ne poznamo. Letne razlike v površini gozdov so v Evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč manjše od odstotka, v evidenci Zavoda za gozdove Slovenije pa manjše od promila, zato teh podatkov nismo uporabili za ponazoritev morebitnih trendov v spreminjanju površine gozdnih zemljišč. Predlagamo le poenotenje in usklajevanje različnih načinov dela, ki bodo ob doseženi ravni strokovnega znanja zadostili tudi načelom mednarodne primerljivosti podatkov o površini gozdov, njenih spremembah in strukturnih značilnostih (krajinskih značilnostih). V prispevku bomo primerjali pristope, ki jih evropske države uporabljajo za ocenjevanje gozdnosti. Preverili bomo:

- ali je na podlagi dosedanje slovenske gozdne inventure s terenskimi stalnimi vzorčnimi ploskvami mogoče ocenjevati tudi obsežnost gozdnih površin in njenih sprememb,
- ali je mogoče zagotoviti zanesljivo ocenjevanje gozdnosti in njenih sprememb s tehnologijo digitalnih ortofoto posnetkov Cikličnega aerosnemanja Slovenije.

## **METODE DELA**

### **METHODS**

#### **SISTEMATIČNA VZORČNA MREŽA V GOZDNI INVENTURI**

##### **SYSTEMATIC SAMPLING GRID IN FOREST INVENTORY**

Izhodišča za usklajene sistematične mreže v gozdnih inventurah na Slovenskem so bila že večkrat opisana (Hočevar, 1985; Hočevar, 1991; Hočevar in sod., 2000; Kušar in sod., 2009). Izvirajo iz začetkov monitoringa zdravstvenega stanja gozdov, ko se je leta 1985 Slovenija vključila v Mednarodni program sodelovanja za oceno in spremljanje vplivov zračnega onesnaženja na gozdove (ICP Forest) pod pokrovitelj-

stvom Ekonomske komisije Združenih narodov za Evropo (UNECE, 1979). Skladno z mednarodnim konceptom monitoringa gozdov je bila tudi na Slovenskem postavljena 16 x 16 km sistematična vzorčna mreža vzorčnih ploskev za letno poročanje in 4 x 4 km vzorčna mreža za spremljanje poškodovanosti gozdov v 5- do 10-letnih obdobjih. Sistematična vzorčna mreža je bila postavljena na podlagi topografskih kart in temeljnih topografskih načrtov v državnem koordinatnem sistemu z Gauss-Kruegerjevo konformno projekcijo (oznaka koordinatnega sistema D48/GK).

Tak koncept sistematične vzorčne inventure je bil uporabljen že v prvih postavitvah stalnih vzorčnih ploskev v gozdarstvu na Slovenskem (Grilc, 1972). Hočevar (1991) ga je podrobno prikazal na različnih ravneh celostne gozdne inventure, od stratumov gozdnih sestojev znotraj gozdnogospodarskih enot, prek gozdnogospodarskih območij do državne ravni. Metoda stalnih vzorčnih ploskev (SVP) je postala osnovna metoda za ugotavljanje lesne zaloge in prirastka v slovenskih gozdovih s Pravilnikom o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (1998). Do leta 2004 je Zavod za gozdove Slovenije postavil nekaj več kot 71 tisoč stalnih vzorčnih ploskev v gozdnogospodarskih enotah. Skladno z omenjenim pravilnikom je bila dosežena 10-odstotna natančnost ocene lesnih zalog na ravni gozdnogospodarskih enot in 15-odstotna vzorčna napaka na ravni posameznih gospodarskih razredov večnamenskih gozdov in gozdov s posebnim namenom, v katerih so gozdnogospodarski ukrepi dovoljeni (Matijašič in Pisek, 2004). V času naše analize je bilo postavljenih okrog 105.000 stalnih vzorčnih ploskev. Po določitvi Pravilnika ... (1998) in Pravilnika o načrtih ... (2010) je bilo namesto vzorčnih metod mogoče okularno ocenjevati lesne zaloge v gozdovih na rastiščih s povprečno proizvodno zmogljivostjo, manjšo od 4 m<sup>3</sup>/ha letno, in v tistih gospodarskih razredih (po novem rastiščnogojitvenih razredih), ki obsegajo gozdove z zelo neakovostnim drevjem in nizko lesno zalogo.

#### **OCENJEVANJE POVRŠINE GOZDOV NA LETALSKIH IN ORTOFOTO POSNETKIH**

##### **FOREST SURFACE AREA ASSESSMENT THROUGH AERIAL AND ORTHOPHOTO IMAGES**

Leta 2011 smo na podlagi kilometrske sistematične vzorčne mreže točk ocenili površino gozdov na digitalnih ortofoto posnetkih, enakih, kot so jih za evidenco rabe

kmetijskih in gozdnih zemljišč uporabili na Ministrstvu za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano RS. Postavili smo sistematično vzorčno mrežo točk (v D48/GK), katerih koordinate so bile določene s polnimi kilometriskimi vrednosti (npr. 415.000, 140.000). Postavljenih je bilo 20.273 točk, izmed katerih vsaka ponazarja 1 km<sup>2</sup> površine Slovenije.

Gozdnatost smo ocenjevali v okolju programske opreme Arc/INFO ArcMAP na ortofoto posnetkih Cikličnega aerosnemanja Slovenije in upoštevali merila, primerljiva z ocenjevanjem v nacionalnih gozdnih inventurah po svetu (Lawrence in sod., 2010).

S takšnim načinom ocenjevanja smo oblikovali možnost primerjave površine slovenskih gozdov z drugimi državami. Privzeli smo tudi merilo o najmanjši širini 20 m, kar ponazarja ločnico med gozdno zaplato in krajinskimi gradniki, ki jih najpogosteje opisujemo kot omejeke, mejice, pasove lesnatih rastlin, obvodno vegetacijo dreves in grmov. Posebej smo ocenjevali obstoj skupin in posamičnih dreves ter upoštevali delež površine, ki jih zastirajo njihove krošnje po površinskih enotah, primerljivih z najmanjšo površino gozdne zaplate. Med posamična drevesa smo uvrstili tista, ki so bila od skupin dreves ali gozdnih robov oddaljena več kot 20 m.

Doslej tako podrobnih meril za ocenjevanje površine gozdov in obstoja krajinskih gradnikov v Sloveniji nismo uporabili, čeprav jih po svetu upoštevajo v sklopu nacionalnih gozdnih inventur (Lawrence in sod., 2010). V praktičnem delu gozdarskih strokovnjakov na Slovenskem jih je mogoče uporabiti šele v zadnjem desetletju, zlasti po letu 2006 in uvedbi digitalne tehnologije v projektu Cikličnega aerosnemanja Slovenije. Uporabili smo digitalne ortofoto posnetke, izdelane med letoma 2006 in 2011, ki so bili na voljo do jeseni 2011. Večina posnetkov je zajemala obdobje do leta 2010, kajti le za del ljubljanskega območja so bili na voljo novejši posnetki.

Preglednica 1: Merila za ocenjevanje gozdnih zaplat, skupin in posamičnih dreves na ortofoto posnetkih Cikličnega aerosnemanja Slovenije med letoma 2006 in 2011.

Table 1: The criteria for assessing forest patches, groups and individual trees on orthophoto images of the Cyclical Aerial Survey in Slovenia in the years between 2006 and 2011.

Točka leži na drevesu	gozdna zaplata $\geq 0,50$ ha	Točka leži v gozdu
	$0,50 \text{ ha} > \text{gozdna zaplata} \geq 0,25 \text{ ha}$	
	gozdna zaplata $< 0,25$ ha, širina in dolžina večji od 20 m x 20 m	Točka ne leži v gozdu
	posamična drevesa, zastrtost $\geq 30$ % na 0,25 ha	
	posamična drevesa, $30 \% > \text{zastrtost} \geq 10$ % na 0,25 ha	
Točka ne leži na drevesu	posamična drevesa, zastrtost $< 10$ % na 0,25 ha	
	vse druge pokrovnosti zemljišč in rabe prostora	

Za primerjavo z vzorčnim ocenjevanjem na ortofoto posnetkih smo uporabili prostorske podatke o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč iz oktobra 2011, za katere so uporabili enake ortofoto posnetke (Evidenca ..., 2011).

Ocenjevanje drevnine in presojanje o gozdnih zemljiščih so opravili trije sodelavci na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Pri delu v okolju GIS so uporabljali programsko orodje ArcView, s katerim je mogoče meriti razdalje in površine območij za zanesljivo presojanje in razvrščanje gozdnih zaplat in drevnine glede na najmanjšo površino, razdaljo med drevesi ali zastornost njihovih krošenj. Na ortofoto posnetkih ni bilo mogoče natančno določiti lege vzorčnih točk, ki so ležale na krošnjah dreves, kajti pozicijsko so pravilno prikazani le ti isti elementi posnetkov, ki ležijo na uporabljenem višinskem modelu. Kraus (2004) in Kosmatin Fras (2004) sta podrobno prikazala probleme, ki nastanejo pri transformaciji letalskih posnetkov iz centralne v ortogonalno projekcijo. Zaradi pozicijskega premika objektov, višjih od višinskega modela (v našem primeru so to vrhovi drevesnih krošenj), je mogoče pričakovati odklone pri razmejevanju rabe prostora na gozdnih robovih oziroma pri ocenjevanju vegetacije na točkah vzorčne mreže, položene na ortofoto posnetke. Na planimetrični pogrešek ortofoto posnetkov vplivajo goriščna razdalja objektiva kamere, razdalja od središča posnetka proti robu, na Slovenskem pa med najbolj kritične elemente sodi kakovost digitalnega modela višin (Kosmatin Fras, 2004), ki je do leta 2011 dosegel višinsko natančnost približno 3 m (Petrovič in sod., 2011). V gozdovih lahko pričakujemo sprejemljivo natančnost zaradi težav z interpretacijo in vidnostjo tal šele z državnim lidarskim modelom reliefa. Iz takih izhodišč o kakovosti prostorskih podatkov je bilo določeno (Pravilnik ..., 2008), da se podatki o gozdu iz evidence dejanske rabe zemljišč lahko razlikujejo od podatkov v gozdnogospodarskih inventurah.



skih načrtih za največ 15 m, če so bili odkloni ugotovljeni na ortofoto posnetkih ali z dejanskim stanjem na terenu.

S pregledom točk sistematizirane mreže 1 x 1 km na ortofoto posnetkih smo za vse točke ugotovili, ali ležijo v gozdu ali ne. Zanimalo nas je tudi, kakšen je interval zaupanja za ocene gozdnatosti na redkejših sistematiziranih mrežah (2 x 2 km, 2 x 4 km, 4 x 2 km, 4 x 4 km). Točke osnovne sistematizirane mreže (1 x 1 km) smo prekrili z redkejšimi mrežami in točkam redkejših mrež pripisali podatek o lokaciji (gozd/negozd). Vzorčno napako smo tako izračunali tudi za redkejše sistematizirane mreže.

Zanesljivost ocene smo izračunali po Cochranovem (1977) obrazcu za računanje intervalnih vrednosti:

$$p \pm \left[ t^* \sqrt{1-f} \sqrt{\frac{pq}{n-1}} + \frac{1}{2n} \right] \quad (1)$$

$f = \frac{n}{N}$  – stopnja vzorčenja, razmerje med št. enot v vzorcu ( $n$ ) in celotno populacijo ( $N$ )

$p$  – vzorčni delež v vzorcu ;  $q = 1 - p$

Točkam kilometrske mreže, ki ležijo v gozdu (12.379 točk), smo poiskali najbližjo stalno vzorčno ploskev Zavoda za gozdove Slovenije. Za iskanje najbližje SVP smo uporabili funkcijo NEAR v programskem orodju ArcInfo. Točkam sistematizirane kilometrske mreže (oznaki koordinat GK\_X in

GK\_Y) smo poiskali najbližjo SVP glede na njihove teoretične koordinate (oznaki X in Y). Kot največjo razdaljo, na kateri program išče najbližjo SVP, smo določili 707,11 m, kot polmer kvadratu očrtanega kroga (2).

$$R = \frac{d}{2} = \frac{a\sqrt{2}}{2} \quad (2)$$

Za pregled celovitosti postavljene vzorčne mreže na območjih posameznih skupin gozdnih rastišč smo uporabili Vegetacijsko karto gozdnih združb Slovenije v merilu 1:400.000 (Čarni in sod., 2002) in predlog oblikovanja skupin gozdnih rastišč, ki so ga oblikovali Kutnar in sod. (2012).

Točke sistematizirane mreže, ki ležijo v gozdu (12.379 točk), smo prekrili čez Vegetacijsko karto gozdnih združb Slovenije (Čarni in sod., 2002) in vsaki izmed točk pripisali podatek o združbi, v kateri leži. Enako smo naredili za najbližje SVP (12.101 ploskev). Združbe smo razvrstili v skladu s predlogom o oblikovanju rastiščnih tipov (Kutnar in sod., 2012).

Podatke o lokaciji stalnih vzorčnih ploskev smo uporabili, da bi preverili:

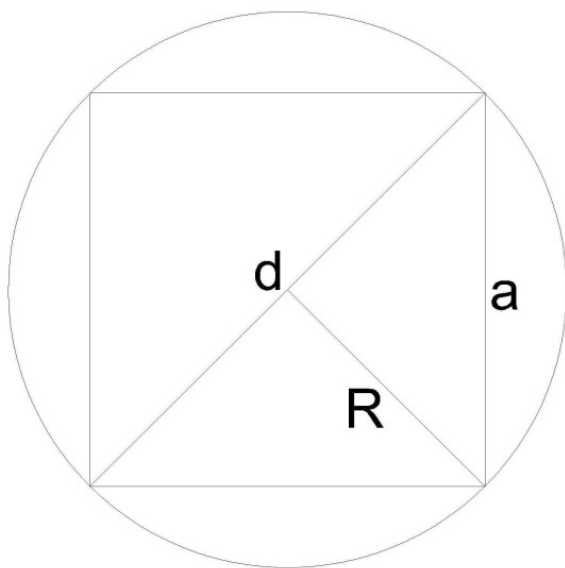
- v kolikšni meri je z vzorčnimi metodami na kilometrski vzorčni mreži predstavljena celotna površina slovenskih gozdov,
- ali je mogoče o zgradbi gozdnih sestojev sklepati tudi po skupinah gozdnih rastišč v slovenskih gozdovih.

## REZULTATI RESULTS

### Zanesljivost ocenjevanja gozdnatosti in drevnine na digitalnih ortofoto posnetkih

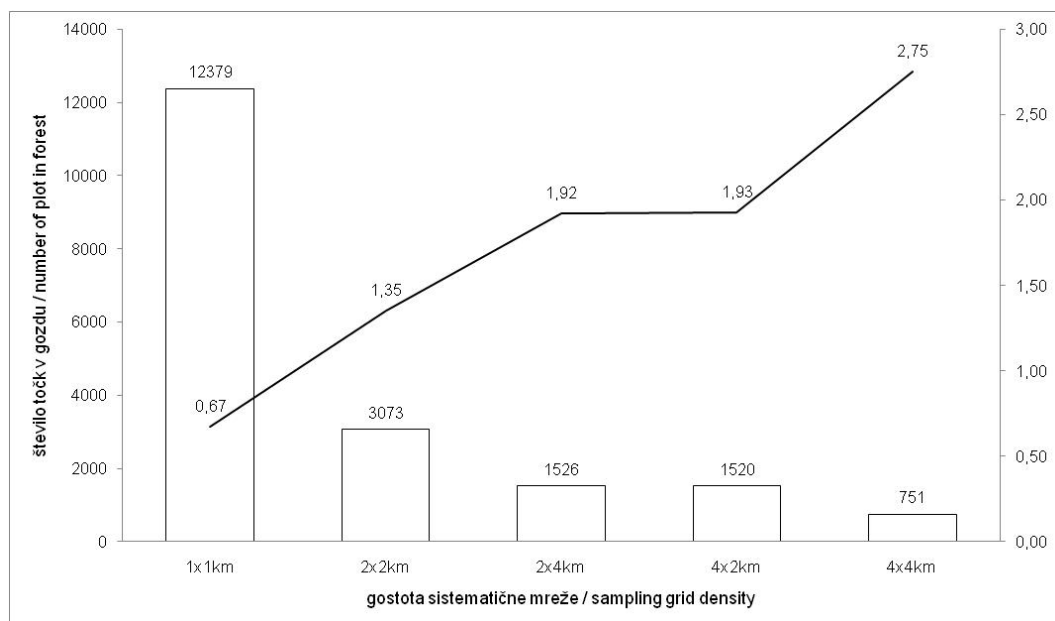
Na podlagi kilometrske vzorčne mreže točk, postavljenih na ortofoto posnetkih, smo ocenili, da je bila med letoma 2006 in 2011 gozdnatost na Slovenskem, primerljiva z mednarodnimi merili,  $61,1 \pm 0,7$  %. V to površino smo zajeli prostorske enote gozdne matice in gozdne zaplate, ki obsegajo vsaj 0,25 ha površine. Z upoštevanjem mednarodnih meril smo gozdne zaplate določili tudi na zemljiščih, ki jih v evidenci rabe kmetijskih zemljišč uvrščajo med:

- kmetijska zemljišča v zaraščanju (82 točk pomeni 0,4 % gozdnatosti),
- kmetijska zemljišča, porasla z gozdnim drevjem (22 točk, 0,1 % gozdnatosti),
- območja dreves in grmičevja (59 točk, 0,3 % gozdnatosti).



Slika 1: Največja razdalja za iskanje najbližje stalne vzorčne ploskve je določena s polmerom kvadratu očrtanega kroga.

Fig. 1: The maximum distance for searching the nearest permanent sampling plot is defined by radius of circumcircle.



Slika 2: Prikaz vzorčne napake in števila točk sistematčne mreže v gozdu pri različnih gostotah sistematčne mreže.

Fig. 2: Sampling error and number of systematic grid plots in forest at different sampling grid densities.

Skladno z evidenco dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč smo ocenili gozdnatost na  $59,0 \pm 0,7\%$ . Z analizo točk na kilometrski vzorčni mreži in karto evidence dejanske rabe zemljišč smo ocenili, da sta za razliko  $2,1\%$  v gozdnatosti odločilna delež nerazmejenih gozdnih zaplat, ki niso zajete v gozdnih zemljiščih, ter pozicijska natančnost pri razmejevanju na gozdnih robovih oziroma pri točkovnem ocenjevanju gozdnatosti na ortofoto posnetkih. Z vzorčno mrežo na ortofoto posnetkih smo za 254 točk z ocenjeno neskladnostjo določili, da ležijo v gozdnih zaplatah, na karti evidence dejanske rabe zemljišč pa so bile najpogosteje zajete na območjih trajnih travnikov ( $0,9\%$  razlike v gozdnatosti). Pozicijski nenatančnosti je mogoče pripisati tudi neskladnost z razmejenimi pozidanimi in sorodnimi zemljišči, ki v razliko med obema ocenama gozdnatosti prispevajo  $0,2\%$ . Posebej smo analizirali neskladnosti na območjih trajnih travnikov in za  $70\%$  takih točk izmerili, da ležijo do  $5\text{ m}$  od razmejenih gozdnih robov. Le za  $8\%$  neskladnih ocen o gozdnih zaplatah in ekstenzivnih travnikov ( $15$  točk), kjer je bila razdalja do razmejenih gozdnih robov in travnikov večja od  $20\text{ m}$ , je mogoče sklepati, da so jih ocenjevalci označili napačno in uvrstili med gozdne zaplate.

Vsebinskim razlikam pri ocenjevanju oziroma razmejevanju na ortofoto posnetkih smo pripisali manjši pomen. Nezanesljivo upoštevanje najmanjše površine gozdnih zaplat ( $0,25\text{ ha}$ ) smo določili na  $37$  točkah vzorčne mreže, ki skupaj prispevajo  $0,2\%$  razlike v ocenjeni gozdnatosti. Na  $14$  točkah kilometrske vzorčne mreže je bila med gozdne zaplate uvrščena drevnina na območju ekstenzivnih sadovnjakov, neobdela-

nih kmetijskih zemljiščih ( $8$  točk), na  $7$  točkah pa območja, ki so po evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč opisana kot suha, odprta zemljišča s posebnim rastlinskim pokrovom. O gozdni vegetaciji na takih zemljiščih ni mogoče zanesljivo presojati na ortofoto posnetkih, kajti obsegala naj bi nerodovitna ali nedostopna zemljišča v visokogorju, pokrita z nizko vegetacijo, katere pokrovnost ni večja od  $75\%$ .

### Reprezentativnost gozdne inventure in kilometrska vzorčna mreža

S kilometrsko sistematčno mrežo smo določili, da v gozdu leži  $12.379$  točk. Z uporabo omenjenega Cochranovega obrazca (1) smo izračunali interval zaupanja za oceno gozdnatosti:  $61,1\% \pm 0,7\%$ . Vzorčne napake za posamezne gostote sistematčnih mrež in število točk, ki ležijo v gozdu, so prikazane na sliki 2. Tako je za gozdnatost na kilometrski mreži izračunan interval zaupanja  $61,1\% \pm 0,7\%$  ( $60,4\% - 61,8\%$ ) in na najredkejši mreži ( $4 \times 4\text{ km}$ )  $59,2\% \pm 2,8\%$  ( $56,4\% - 62,0\%$ ).

Najbližjo SVP smo našli za  $12.101$  kilometrski kvadrat. Za  $278$  točk sistematčne mreže, ki ležijo v gozdu, na razdalji  $707,11\text{ m}$  ni bilo obstoječe SVP. Koordinate SVP se v  $8.473$  primerih ( $70,0\%$ ) natančno ujemajo s koordinatami točk sistematčne mreže.

Na sliki 3 je prikazana razporeditev števila SVP glede na njihovo oddaljenost od točke sistematčne mreže. Prikazane so SVP, katerih koordinate niso skladne s sistematčno kilometrsko mrežo ( $3.628$  SVP).

Preglednica 2: Reprezentativnost kilometrske mreže in stalnih vzorčnih ploskev po posameznih rastiščnih tipih na Slovenskem.

Table 2: Representativeness of systematic grid and permanent sampling plots by forest site types in Slovenia.

Gozdni rastiščni tip (Kutnar in sod., 2012) <i>Forest site type (Kutnar et al., 2012)</i>	Površinski delež rastiščnega tipa [%] <i>Area of forest site type [%]</i>	Število točk sistematične mreže <i>Number of systematic grid plots</i>	Število najbližjih stalnih vzorčnih ploskev <i>Number of the nearest permanent sampling plots</i>
Vrbovje s topolom	0.1	10	9
Nižinsko črnojelševje	0.2	14	14
Dobovje, dobrovo belogabrovje in vezovje	0.9	102	102
Gradново belogabrovje na karbonatnih in mešanih kamninah	3.3	392	391
Gričevno-podgorsko bukovje na karbonatnih in mešanih kamninah	4.6	536	533
Toploljubni listnati gozdovi	7.4	780	749
Osojno bukovje	1.5	183	181
Toploljubno bukovje	11.2	1325	1308
Podgorsko-gorsko lipovje in velikojesenovje na karbonatnih in mešanih kamninah	0.0	2	2
Gorski obrežni in orogeni listnati gozdovi	0.1	8	8
Bazofilno borovje	0.4	49	46
Gorsko-zgornjegorsko bukovje na karbonatnih in mešanih kamninah	10.2	1284	1221
Jelovo bukovje na karbonatnih in mešanih kamninah	12.0	1624	1622
Gorsko-zgornjegorsko javorovje na karbonatnih in mešanih kamninah	*	*	*
Gorsko-zgornjegorsko jelovje na karbonatnem skalovju in grušču	0.1	9	9
Gorsko-zgornjegorsko smrekovje na karbonatnem skalovju in grušču	0.3	47	45
Zgornjegorsko-podalpinski bukovje na karbonatnih in mešanih kamninah	3.1	402	392
Zgornjegorsko-podalpinski smrekovje na karbonatnih in mešanih kamninah	0.2	28	25
Macesnovje in ruševje	1.6	107	54
Gradново belogabrovje na silikatnih kamninah	1.5	168	168
Gričevno-podgorsko gradново bukovje na silikatnih kamninah	23.5	2351	2339
Kisloljubno borovje	2.2	244	244
Podgorsko-gorsko bukovje na silikatnih kamninah	6.7	746	745
Podgorsko-gorsko javorovje na silikatnih kamninah	*	*	*
Podgorsko-gorsko jelovje na silikatnih kamninah	2.8	299	298
Gorsko-zgornjegorsko bukovje na silikatnih kamninah	1.3	168	168
Gorsko-zgornjegorsko jelovje na silikatnih kamninah	*	*	*
Gorsko-zgornjegorsko smrekovje na silikatnih kamninah	0.3	44	44
Barjansko smrekovje in ruševje	0.2	21	21
Drugotne združbe	4.2	519	517
Negozdni prostor		917	846
	100.0	12379	12101

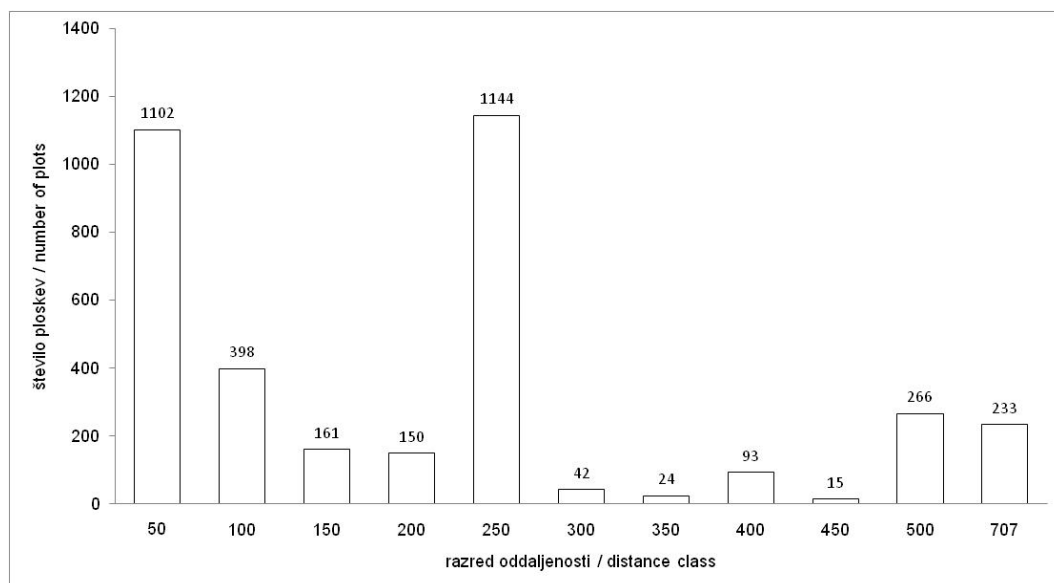
\* Nobena izmed gozdnih združb Vegetacijske karte gozdnih združb Slovenije (Čarni in sod., 2002) ni bila uvrščena v ta rastiščni tip.

Izmed 3.628 SVP, ki niso istoležne točkam sistematične mreže, sta 1.102 (30,4 %) oddaljeni do vključno 50 m, medtem ko jih je 2.955 (81,4 %) oddaljenih do vključno 250 m. Več kot 500 m je oddaljenih 499 (15,3 %) stalnih vzorčnih ploskev.

Natančneje smo preučili oddaljenost SVP do vključno 50 m (1.102 SVP). Do vključno 10 m leži 330 SVP (29,9 %), do

vključno 20 m 667 SVP (60,5 %), kar pomeni, da na razdalji 20 m leži 81,0 % vseh najbližjih SVP.

Na Vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije (Čarni in sod., 2002) je prikazanih 26 rastiščnih tipov od 29 predlaganih. Za 10 rastiščnih tipov je število točk, ki ležijo v posameznem tipu, manjše od 50, pri 5 rastiščnih tipih pa celo manjše od 20 točk. Za te skupine gozdnih združb s kilometrsko go-



Slika 3: Razporeditev števila stalnih vzorčnih ploskev, ki niso istoležne točkam sistematčne mreže, glede na oddaljenost od točk sistematčne mreže.

Fig. 3: Distance class distribution of the number of permanent sampling plots, which are not at the same coordinates as the plots of the systematic sampling grid.

stoto sistematčne mreže ni mogoče doseči sprejemljivih ocen o stanju gozdnih sestojev.

## RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Z ocenjevanjem gozdnosti na digitalnih ortofoto posnetkih smo pokazali na metodološke razlike, ki jih moramo upoštevati, ko zaradi različnih načinov razvrščanja zemljišč, pokritih z gozdno vegetacijo, presojamo o površinski razsežnosti slovenskih gozdov. Pri ocenjevanju gozdnosti na Slovenskem je bilo kljub obsežnemu načinu zbiranja podatkov v sklopu gozdnogospodarskega načrtovanja večkrat opozorjeno na velike razlike v ocenah, ki jih je mogoče prej pripisati metodološkim pomanjkljivostim in neskladnostim pri opredeljevanju gozdnih površin kot v naravi spremenjeni površini gozdov (Hočevár in sod., 2006). Za leto 2000 so Hočevár in sod. (2006) na podlagi nadzorovane klasifikacije satelitskih posnetkov ocenili gozdnost na 60,4 %, brez upoštevanja grmišč in površin v zaraščanju, najmanjša upoštevana površina gozdnih zaplat pa je bila 1 ha. Po 10 letih nismo želeli ponovno preverjati gozdnosti, temveč prikazati možnosti in omejitve, ki jih ponujajo digitalni ortofoto posnetki Cikličnega aerosnemanja Slovenije po letu 2006, ko so bile uporabljene digitalne kamere in nova tehnologija digitalnih ortofoto posnetkov. Takrat so prvič na podlagi kontrolnih točk sistematčno ocenili, da znašajo povprečna srednja kvadratna odstopanja po koordinatnih

oseh manj kot pol metra (Prešeren, 2007). V kontrolo je bilo zajetih 3,9 % od 3258 listov Temeljnih topografskih načrtov (TTN5), ki pokrivajo Slovenijo. Pred tem pozicijska natančnost ortofoto posnetkov ni bila ocenjena sistematčno. Na podlagi posameznih ocen je bilo mogoče sklepati, da je njihova natančnost primerljiva s pozicijsko natančnostjo temeljnih topografskih načrtov (Kosmatin Fras, 2004). Novi posnetki so pomenili velik premik v kakovosti prostorskih podatkov za gozdarske načrtovalce, ki so jih začeli uporabljati v drugi polovici desetletnega obdobja, v katerem je potekalo obnavljanje gozdnogospodarskih načrtov. Hkrati je bila postavljena tudi zahteva o usklajevanju prostorskih podatkov o razmejenih gozdnih zemljiščih z Ministrstvom za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (Pravilnik o evidenci ..., 2008).

Razlike v ocenjeni gozdnosti na podlagi evidence o dejanski rabi kmetijskih in gozdnih zemljišč in podatkov iz gozdnogospodarskih načrtov smo preverili s statističnim ocenjevanjem na kilometrski vzorčni mreži. Ko smo upoštevali določila o gozdnih zemljiščih po evidenci o dejanski rabi zemljišč, so pri 5-odstotni verjetnosti pomote obsegale intervalne ocene o gozdnosti tudi podatek o gozdnosti na Slovenskem do leta 2010 (58,5 %), ki je bila ocenjena na podlagi gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot in ponazarja dogajanje v gozdovih skozi celotno preteklo desetletje (Poročilo ..., 2011). Podobno smo v prejšnjih raziskovanjih (Hladnik, 2005) preverili Žumrove (1976) ocene o nekdanji površini gozdov na Slovenskem in jih primerjali



z oceno na podlagi Jožefinskih vojaških zemljevidov (Rajšp, 1995), ki prikazujejo prvo izmero Habsburške monarhije in z njo tudi slovenske dežele ob koncu 18. stoletja. Na podlagi sistematične vzorčne mreže točk (4 x 4 km) smo pri 5-odstotni verjetnosti pomote ocenili gozdnatost ob koncu 18. stoletja na  $36,4 \pm 2,7$  %.

Doslej smo kakovost prostorskih podatkov o slovenskih gozdovih utemeljevali zlasti na podlagi tradicije podrobnega načrtovanja na celotni površini gozdov in združevanjem teh podatkov do ravni države. Tak način sprva ni bil primerljiv z evropskimi državami, ki so ocene na državni ravni utemeljevale z nacionalnimi gozdnimi inventurami (Tomppo in sod., 2010). Do nepojasnjenih razlik pa je prišlo tudi zaradi različne dolžine časovnih obdobij, na podlagi katerih smo primerjali podatke gozdarskih in kmetijskih evidenc (Poročilo ..., 2011). V prispevku smo prikazali, da je mogoče po konceptu nacionalnih gozdnih inventur nadgraditi dosedanje zasnove gozdnih inventur, ki so bile v zadnjem desetletju podrejene gozdnogospodarskim območjem in razlikam v gospodarskem pomenu gozdov. Tako je bilo na Slovenskem postavljenih 14 različnih vrst vzorčnih mrež (Pisek, 2010), ni pa bila dosežena celovitost in reprezentativnost vzorčnih podatkov na državni ravni (preglednica 2). Za poročanje na državni ravni predlagamo podobno usklajevanje prostorskih podatkov, kot so ga opravili v drugih državah, da bi odpravili neusklajenost različnih statističnih zasnov v gozdnih inventurah (McRoberts, 2010). Sprva smo preverili skladnost kilometrske vzorčne mreže z mrežami stalnih vzorčnih ploskev na Slovenskem, nato pa za tiste kilometrske kvadrate, v katerih smo določili gozdne zaplate ali prostorske enote gozdne matice, iskali najbližjo stalno vzorčno ploskev (slika 1). Take vzorčne ploskve naj bodo začasna rešitev v vzorcu za poročanje na državni ravni, dokler ne bo odločeno o morebitni nacionalni gozdni inventuri na Slovenskem. Začasno rešitev je mogoče preoblikovati tako, da na območnih enotah postavijo manjkajoče vzorčne ploskve na kilometrski vzorčni mreži in ponovno vključijo v gozdno inventuro opuščene stalne vzorčne ploskve. Te so bile v preteklosti že postavljene, a so jih nato opustili ob redčenju prvotne gostejše vzorčne mreže, o kateri je pred desetletji poročal Grilc (1972).

Posebej je treba opozoriti tudi na omejitve, ki jih postavlja statistična zasnova ocenjevanja gozdnatosti, njenih sprememb, stanja gozdnih sestojev in zgradbe gozdov na ravni države. Pri kilometrski vzorčni mreži je bila vzorčna napaka ocene gozdnatosti manjša od odstotka. Z zmanjševanjem

števila vzorčnih enot na redkejših mrežah (slika 2) pa se je zanesljivost ocen zmanjšala tako, da ob ponovitvi ocenjevanja v naslednjem obdobju ne bi mogli sklepati o morebitnih spremembah, ki bi bile ob današnjih trendih površinskih sprememb manjše od vzorčne napake. V švicarski nacionalni inventuri so z večfazno vzorčno zasnovo postavili vzorčne ploskve na letalskih posnetkih na 500-metrski vzorčni mreži (Keller, 2001). Poleg ocenjevanja površine gozdnih zemljišč so s fotointerpretacijo pripravili podlage za stratificiranje terenskih vzorčnih ploskev in ocenili količino drevnine na negozdnih zemljiščih. Kakšno gostoto mreže stalnih vzorčnih ploskev bomo zmogli vzdrževati pri nas ali jo celo nadgraditi v nacionalno inventuro, bo odločeno v naslednjih letih. Na ravni države s kilometrsko vzorčno mrežo ne bo mogoče spremljati stanja in sprememb v gozdnih sestojih po vseh skupinah gozdnih rastišč, iz katerih so oblikovani rastiščno gojitveni razredi (preglednica 2). Za tiste, ki obsegajo majhne površinske deleže in so v prostoru razmeščeni kot fragmenti v gozdnih zaplatah, tega na podlagi stalnih vzorčnih ploskev ni mogoče zagotoviti niti na ravni posameznih gozdnogospodarskih enot (Pravilnik ..., 1998; 2010). Pri operativnem delu gozdarskih strokovnjakov ostaja opis gozdnih sestojev nepogrešljiv, v morebitni nacionalni inventuri pa bo nujno izkoristiti možnosti digitalne fotogrametrije, ki so bile že preverjene (Kušar in Hočevvar, 2000) in smo jih skušali uveljaviti tudi v gozdarskem načrtovanju (Skudnik in sod., 2008, Hladnik in Skudnik, 2010). Ob dosedanjih 10-letnih obdobjih obnove gozdnogospodarskih načrtov bi tako na državni ravni uskladili monitoring gozdov z obdobji, v katerih ažurirajo evidenco rabe zemljišč in s poročanjem v sklopu mednarodnih obveznosti Slovenije.

## ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Predstavljeno delo je bilo izpeljano v okviru projekta Izboljšanje informacijske učinkovitosti gozdnogospodarskega načrtovanja in gozdarskega informacijskega sistema (CRP V4-1070), ki ga financira Ministrstvo za kmetijstvo in okolje (prej Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano). Sodelavca Gozdarskega inštituta Slovenije Saša Vochl in Jure Žlogar sta sodelovala pri ocenjevanju gozdnih površin na ortofoto posnetkih. Na Zavodu za gozdove Slovenije so nam dovolili uporabiti podatke o stalnih vzorčnih ploskvah. Vsem se najlepše zahvaljujemo.

## SUMMARY

Monitoring of the extent and characteristics of forest resources is being carried out in order for us to know, understand and reduce unregulated forest clearings, restore degraded forested landscapes, estimate the significance of forests, other forest areas and trees outside of forests and define other services and functions of forests (GFRA, 2010). The article shows the differences in the assessment methodology of forest cover and spatial structure of the Slovene forests. Additionally, it proposes a sampling design to supplement or substitute the present way of assessing spatial distributions of forests. Based on modern technologies of collecting spatial data, one could conclude that in the last decades we have definitely been witnessing changes of forest cover in Slovenia as well as throughout the European Union. Experiences and recommendations gained from an international project for harmonization of national forest inventories indicate (Tomppo *et al.*, 2010) considerable differences in the methodologies for assessing spatial distributions of forests between the European member states as well as other countries involved in the COST EU project. Forest areas and spatial changes of forests are assessed based on three methods (Lawrence *et al.*, 2010):

- by assessing field sample plots or points,
- by interpreting sample plot locations or systematic grids of points using aerial photographs,
- by collecting data from land use and forest maps.

In Slovenia, data on forest area are obtained within the framework of forest management planning (Poročilo ..., 2011) and records showing the actual agriculture and forest land use (Evidenca..., 2008). We will examine:

- whether the so far existing Slovene forest inventory based on permanent field sample plots enables the assessment of the size of forest areas and its changes,
- whether it is possible to provide for reliable estimation method of forest cover and its changes based on the technology of digital orthophoto images obtained through cyclic aerial survey of Slovenia.

In accordance with the international concept of forest monitoring, Slovenia, among other countries, designed a 16 x 16 km systematic network of sample plots for annual reports and a 4 x 4 km sample grid for the estimation of forest decline in 5- to 10-year periods. The systematic sampling grid was designed based on topographic maps within

the national coordinate system. The concept of systematic sample forest inventory was already used during the first installation of permanent sample plots in the Slovene forestry (Grilc, 1972), while Hočevar (1991) provided its detailed description at various levels of forest inventory design, from forest stands strata within forest management units and forest management areas to the national level. With the Regulation of Forest Management and Silviculture Plans (Pravilnik ..., 1998), the method of permanent sample plots became the primary method for assessing growing stock and increment of the Slovene forests. At the time of our analysis, there were approximately 105,000 permanent sample plots situated on sample grids of various densities, mostly from 250 x 250 m to 500 x 250 m. In 2011, we estimated the spatial distribution of forests on digital orthophoto images based on a one-kilometre systematic sample net of plots. Equal orthophoto photographs were used for the record of agriculture and forest land use carried out by the Ministry of Agriculture, Forestry and Food of the Republic of Slovenia. We created a systematic sample net of 20,273 points, each of them representing 1 km<sup>2</sup> of the Slovene territory.

Based on the one-kilometre systematic sampling grid of plots placed on the orthophoto images, we deduced that between 2006 and 2011 the forest cover in Slovenia was 61.1±0.7%. This area encompasses spatial units of forest matrix and forest patches extending over at least 0.25 ha. In accordance with international standards, we have also defined forest patches in the areas classified in the record of agriculture and forest land use in Slovenia as the following:

- abandoned agricultural land in the process of overgrowing (82 points represent 0.4% forest cover),
- agricultural land overgrown with forest trees (22 points, 0.1% forest cover),
- agricultural land covered with trees and shrubs (59 points, 0.3% forest cover).

In accordance with the record of agriculture and forest land use, we estimated forest cover to be 59.0±0.7%. The analysis of points on the one-kilometre sample net and the record map of actual land use have shown that for the forest cover difference of 2.1 % the following factors were of vital importance: the share of undivided forest patches not included in the forest area, and positional accuracy while making divisions alongside forest edges or while estimating forest cover from plots provided by orthophoto images. By

taking into account the provisions on forest cover according to the record of actual land use, the interval estimations on forest cover included the data on forest cover in Slovenia up to the year 2010 (58.5 %) as well. These estimations were made based on forest management plans for forest management units and illustrate the development of forests throughout the whole last decade (Poročilo ..., 2011).

The article shows that based on the concept of national forest inventory, it is possible to improve the existing forest inventory design in Slovenia. Special attention needs to be paid to the limitations rising from a sampling design for estimating forest cover, its changes, state of forest stands and forest structures at the national level. On the one-kilometre sampling grid, the sampling error of forest cover estimation was even smaller than the percentage, whereas by reducing the number of sample points on varying sampling intensities (Figure 2), the reliability of estimation visibly diminished. This means that should a new estimation carried out in the next period be based on them, it would be impossible to make assumptions regarding possible changes smaller than the sampling error due to the current course of spatial changes. At the national level, a one-kilometre sampling grid will not be enough to follow the state of changes in forest stands regarding all the groups of forest site types included in Slovenia (Table 2). For the ones encompassing small spatial shares, growing within the area as fragments in forest patches, possible changes, based on permanent sample plots, cannot even be estimated on the level of forest management units (Pravilnik ..., 1998; 2010). A field assessment of forest stands remains an indispensable asset during operative work of forest experts, whereas during a national forest inventory it will be necessary to make use of the possibilities offered by digital photogrammetry, which were already tested in Slovenia (Kušar and Hočevar, 2000) and which we tried to establish in forest management planning as well (Skudnik *et al.*, 2008; Hladnik and Skudnik, 2010).

## VIRI

## REFERENCES

- Boštjančič Čuš B., Rotter A. 2010. Preverjanje evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Izobraževanje ZGS. <http://rkg.gov.si/GERK/>. (29. 3. 2010).
- Cochran W.G. 1977. Sampling Techniques. New York, John Wiley: 428 str.
- Čarni A., Marinček L., Seliškar A., Zupančič M. 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije. Ljubljana, ZRC SAZU. CD-ROM.
- Evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. 2011. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje RS. <http://rkg.gov.si/GERK/>. (4. 10. 2011).
- Global forest resources assessment update 2005: terms and definitions. 2004. (Forest Resources Assessment Working Paper, 83). Rome, FAO: 36 str.
- Global Forest Resources Assessment 2010: Main report. 2010. (Forestry Paper, 163). Rome, FAO: 340 str.
- Grile J. 1972. Gozdno gospodarstvo Bled urejuje gozdove po metodi stalnih vzorčnih ploskev. Gozdarski vestnik, 30: 63–65.
- Hladnik D. 2005. Spatial structure of disturbed landscapes in Slovenia. Ecological Engineering, 24: 17–27.
- Hladnik D., Skudnik M. 2010. Stand mapping techniques for forest management in Slovenia. Forstliche Forschungsberichte, 209: 60–66.
- Hočevar M. 1985. Prvine smotrnega zdravstvenega stanja gozdov. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 26: 75–91.
- Hočevar M. 1991. Značilnosti celostne gozdne inventure v sistemu sonaravnega upravljanja z gozdovi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 38: 41–54.
- Hočevar M., Mavsar R., Kovač M. 2000. Zdravstveno stanje gozdov v Sloveniji v letu 2000. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 67: 119–159.
- Hočevar M., Kušar G., Japelj A. 2006. Integralni monitoring gozdnih virov v Sloveniji – stanje in potrebe v luči vseevropskih meril. Studia Forestalia Slovenica, 127: 27–51.
- Keller M. 2001. Aerial Photography. V: Brassel P., Lischke H. (ur.). Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. WSL Swiss Federal Research Institute: 45–64.
- Kosmatin Fras M. 2004. Vpliv kakovosti vhodnih podatkov na kakovost ortofota. Geodetski vestnik, 48, 2: 167–178.
- Kraus K. 2004. Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans. 2. izdaja. Berlin, New York, Walter de Gruyter: 459 str.
- Kušar G., Hočevar M. 2000. Fototerestrična inventura gozda. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 62: 117–148.
- Kušar G., Kovač M., Simončič P. 2009. Metodološke osnove monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov. Studia Forestalia Slovenica, 34: 85–96.
- Kutnar L., Veselič Ž., Daksobler I., Robič R. 2012. Tipologija gozdnih rastišč Slovenije na podlagi ekoloških in vegetacijskih razmer za potrebe usmerjanja razvoja gozdov. Gozdarski vestnik, 70, 4: 195–214.
- Lawrence M., McRoberts R.E., Tomppo E., Gschwanter T., Gabler K. 2010. Comparison of National Forest Inventories. V: Tomppo E., Gschwanter T., Lawrence M., McRoberts R.E. (ur.). National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting. Heidelberg, Dordrecht, London, New York, Springer: 19–32.
- Matijašič D., Pisek R. 2004. Debelinska struktura slovenskih gozdov. V: Brus R. (ur.). Staro in debelo drevje v gozdu. Zbornik referatov študijskih dni. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 151–166.
- McRoberts R.E., Hansen M.H., Smith W.B. 2010. National Forest Inventories Reports: United States of America. V: Tomppo E., Gschwanter T., Lawrence M., McRoberts R.E. (ur.). National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting. Heidelberg, Dordrecht, London, New York, Springer: 567–581.
- Petrovič D., Podobnikar T., Grigillo D., Kozmus Trajkovski K., Vrečko A., Urbančič T., Kosmatin Fras M. 2011. Kaj pa topografija? Stanje in kakovost topografskih podatkov v Sloveniji. Geodetski vestnik, 55, 2: 304–318.
- Pisek R. 2010. Vpliv strukturnih posebnosti sestojev v gozdnih rezervatih na razvoj monitoringa gozdnih ekosistemov. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 123 str.
- Poročilo o gozdovih Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2010. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, 2011: 127 str. [http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA\\_POROCILA/Porgozd10\\_Solc1.pdf](http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/Porgozd10_Solc1.pdf). (4. 10. 2011).
- Pravilnik o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Ur.l. RS, št. 122/2008.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Uradni list RS, št. 5/1998.
- Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo. Uradni list RS, št. 91/2010.
- Prešeren P. 2007. Slovenija po novem v celoti in v barvah. Geodetski vestnik, 51, 3: 614–615.

- Rajšp V. 1995. Slovenija na vojaškem zemljevidu 1763–1787. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Arhiv Republike Slovenije.
- Skudnik M., Kovač M., Hladnik D. 2008. Možnosti izdelave in vzdrževanja kart gozdnih sestojev. V: Perko D., Zorn M., Razpotnik N., Čeh M., Hladnik D., Krevs M., Podobnikar T., Repe B., Šumrada R. (ur.). Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008. (GIS v Sloveniji, 9). Ljubljana, Založba ZRC SAZU: 219–226.
- Tomppo E., Gschwantner T., Lawrence M., McRoberts R.E. 2010. National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting. Heidelberg, Dordrecht, London, New York, Springer: 612 str.
- UNECE. 1979. Convention on long-range transboundary air pollution. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1979.CLRTAP.e.pdf>. (23.11.2011)
- Valenčič V. 1970. Gozdarstvo. V: Blaznik P., Grafenauer B., Vilfan S. (ur.). Gospodarska in družbena zgodovina Slovencev: Zgodovina agrarnih panog. I. zvezek. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 417–463.
- Žumer L. 1976. Delež gozdov v slovenskem prostoru. (Strokovna in znanstvena dela, 50). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 259 str.